

Sind Niedrigenergiehäuser Stand der Technik?

Forschung
+ Praxis

Umweltverträglich bauen und energiesparend wohnen

Dipl.-Ing. Wilfried Zapke,
Institut für Bauforschung e. V.,
Hannover

Die permanente Anreicherung von Schadstoffen in der Atmosphäre verlangt, wirkungsvoll gegenzusteuern. Vor allem das durch die Verbrennung fossiler Energieträger entstehende Kohlendioxid (CO_2) wird neben anderen Spurengasen in hohem Maße für den Treibhauseffekt und die damit verbundenen Klimaveränderungen verantwortlich gemacht. Deshalb sollen nach dem Beschluß der Bundesregierung vom Juni 1990 die Emissionen bis zum Jahre 2005 um mindestens 25% gegenüber dem Stand von 1987 vermindert werden.

Energiesparmaßnahmen an Gebäuden können hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten. Seit Jahren beweisen der schwedische und inzwischen auch der dänische Wohnungsbau, daß sich der Energiebedarf für die Beheizung und bei der Warmwasseraufbereitung halbieren läßt. Der Jahresenergiebedarf für Heizzwecke pro m^2 Wohnfläche liegt bei diesen Häusern zwischen 30 und 70 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{a})$. Daß damit die Grenze noch nicht erreicht ist, beweist z. B. das sogenannte Nullenergiehaus in Dörpe bei Hannover. Dieses Einfamilienhaus mit etwa 100 m^2 Wohnfläche benötigt im Jahr für die Gebäudeheizung nur etwa 10 kWh/m^2 . Erreicht wurde dieses spektakuläre Ergebnis durch eine Superdämmung des Gebäudes (300 cm Dämmstoffdicke), durch den Einsatz von Wärmeschutzglas und durch versorgungstechnische Optimierungsmaßnahmen wie kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung sowie eine Solaranlage mit einem 10 m^3 fassenden Speicher für Heizung und Warmwasseraufbereitung.

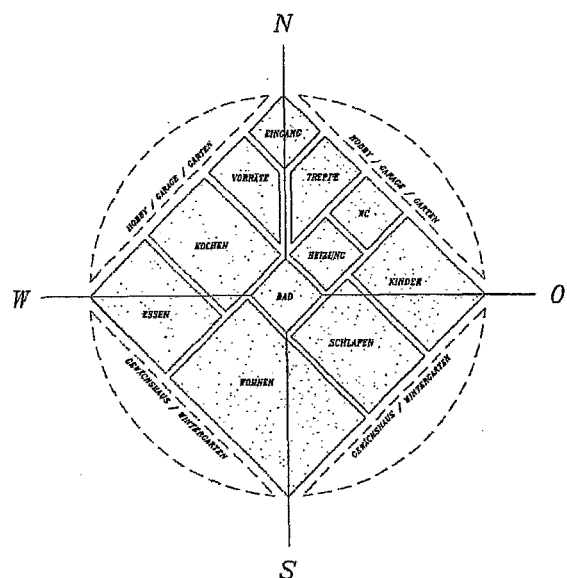
Was ist ein Niedrigenergiehaus?

Niedrigenergiehäuser zeichnen sich, wie es der Begriff »Niedrigenergiehaus« selbst schon zutreffend zum Ausdruck bringt, dadurch aus, daß sie eine gegenüber dem heutigen Stand niedrigeren Energiebedarf aufweisen. Die bauliche Umsetzung dieses Standards erfordert von Anfang an die Realisierung einiger wesentlicher Aspekte:

- Entwurf eines kompakten Gebäudes mit hohem gestalterischen Niveau
- sehr guter Wärmeschutz der Außenbauteile mit folgenden k-Werten:
Außenwände 0,20 - 0,50 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Fenster 1,40 - 1,80 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Dach 0,15 - 0,20 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Kellerdecke 0,25 - 0,45 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
- passive Sonnenenergienutzung durch Südorientierung der Fensterflächen
- Vermeidung konstruktiv bedingter Wärmebrücken
- luft- und winddichte Ausführung der Gebäudehülle
- Verzicht auf die übliche Fensterlüftung durch den Einbau einer mechanischen Lüftung (eventuell mit Wärmerückgewinnung)
- Niedertemperatur-Heizungsanlage, gegebenenfalls Brennwert-Technologie, mit moderner Regeltechnik.

Gebäudeplanung

Die Planung von Niedrigenergiehäusern ist eine besonders anspruchsvolle Entwurfsaufgabe. Grundvoraussetzung bildet die Erarbeitung eines Energiekonzeptes, an dem der Architekt, die Fachingenieure und der Bauherr beteiligt sein müssen. In diesem Rahmen



■ Prinzip der Grundrissorganisation zur Minimierung der Wärmeverluste und zur Maximierung der Wärmegewinne

Forschung + Praxis

sollten alle Kriterien von der Lage des Gebäudes im Gelände über die konstruktive Ausbildung bis hin zur eventuellen Installation von Solarkollektoren behandelt werden.

Aus energetischen Gründen ist einer geschlossenen, möglichst kompakten Bebauung der Vorzug zu geben. Anzustreben sind möglichst kleine Gebäudeoberflächen im Verhältnis zum Gebäudevolumen. Langgestreckte Baukörper mit starker Gliederung durch Vor- und Rücksprünge oder Erker führen zu erhöhten Wärmeverlusten. Je kleiner die Hüllfläche im Verhältnis zu dem von ihr eingeschlossenen Volumen ist, desto geringer ist der Wärmebedarf und damit auch der Heizenergieverbrauch.

Neben der Ausformung des Baukörpers ist die Ausrichtung zur Sonne in Verbindung mit einem entsprechenden Grundrißkonzept, das eine Raumzonierung vorsieht, notwendig.

Während Wohn-, Arbeits- und Kinderzimmer mit Raumtemperaturen von 20 °C vorzugsweise nach Süden orientiert werden sollten, können Vorrats-, Abstell- und Treppenhäuser sowie der Windfang, die mit Raumtemperaturen von 14-16°C auskommen, im Norden oder Osten des Gebäudes liegen.

Das Bad als der wärmste Raum überhaupt sollte zweckmäßigerweise im Inneren des Hauses zwischen beheizten Räumen angeordnet werden. Für die Küche mit einer Temperatur von 20 °C wird die West-, mitunter auch die Ostseite bevorzugt, während der Eßplatz als Bindeglied zwischen Küche und Wohnzimmer genutzt wird (Bild 1).

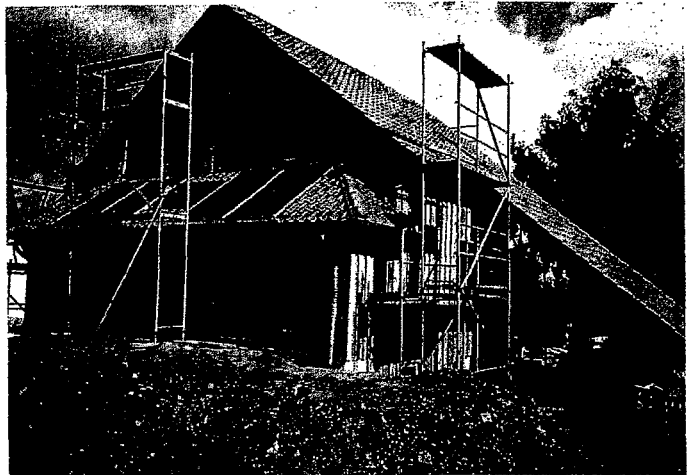
Wärmedämmung des Gebäudes

Ein sehr guter baulicher Wärmeschutz der Gebäudehüllfläche, d. h. der Außenwände einschließlich ihrer Öffnungen, der Decken, des Daches und der Grundfläche ist das maßgebliche Kriterium für die Minimierung des Heizenergieverbrauchs. Gleichzeitig wird sozusagen als Zugabe die thermische Behaglichkeit verbessert und bei bauphysikalisch richtiger Konstruktion das Bauschadensrisiko gesenkt.

Die einzelnen Elemente der Gebäudehüllfläche lassen sich durchweg mit den traditionellen Wand-, Dach-, Decken- und Fensterkonstruktionen, die sich bereits in der Praxis bewährt haben, realisieren. So sind alle gebräuchlichen Außenwandkonstruktionen wie ein-

Sind Niedrigenergiehäuser Stand der Technik?

■ 2: Südseite mit großzügiger Verglasung und Solarkollektoren (Niedrigenergiehaus Ballenhaus)



■ 3: Luftdichtheitsprüfung mit Hilfe des »Blowerdoor«-Verfahrens



schaliges Mauerwerk, Massivwände mit Vorhangfassaden oder Verblendmauerwerk, zwischalige Wände mit Kerndämmung, Leichtwände in Holzständerbauart oder Massivwände mit Wärmedämm-Verbundsystemen möglich.

Stößt man im Außenwandbereich ausnahmsweise an konstruktive Grenzen, sollte man die Dämmreserven im Dach und im Bereich der Kellerdecke bzw. der Sohlplatte mobilisieren.

Horizontale Flächen und Dachschrägen lassen sich aus konstruktiver Sicht leichter zusätzlich dämmen als Außenwände.

Für die Fenster ist eine Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung allerdings unerlässlich, wobei alle gebräuchlichen Rahmenkonstruktionen eingesetzt werden können (Bild 2).

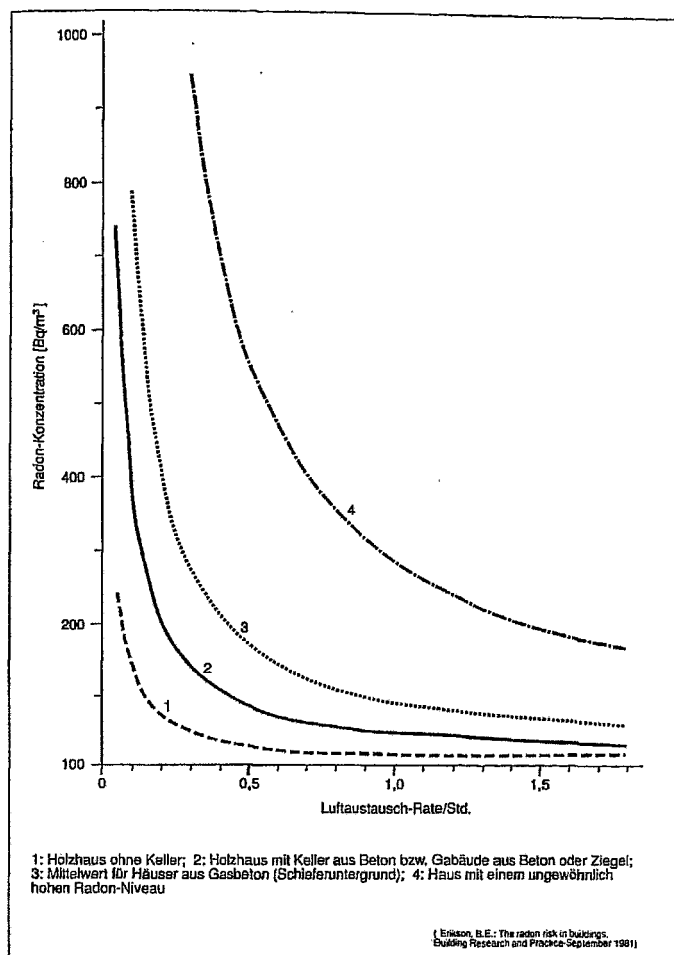
Durch den Einbau von Klapp- oder Schiebeläden bzw. wärmegeprägten Rollläden, die zur Minimierung der Lüftungswärmeverluste außen aufgesetzt sein müssen, wird der Wärmeabfluß über die Fenster während der Nacht-

stunden zusätzlich reduziert. Darüber hinaus sollte man bei der Anordnung der Fenster darauf achten, daß – soweit dies möglich ist – auf der Nord- und Ostseite nur einige, möglichst kleinformatige Fenster zur Ausführung kommen, während großflächige Fenster zur Optimierung der solaren Gewinne nach Süden und Westen zeigen sollten.

Wärmebrücken und Winddichtigkeit

Damit das Niedrigenergiehaus-Prinzip wirkungsvoll umgesetzt werden kann, müssen die Wärmebrückenwirkungen minimiert werden. Das geschieht auf sichere Art und Weise, indem man das ganze Gebäude konsequent gegen Wärmeverluste – die Rede ist sowohl von Transmissions- als auch Lüftungswärmeverlusten – dämmt bzw. dichtet. Schwachstellen sind insbesondere

■ für Transmissionswärmeverluste auskragende Balkonplatten und Decken ohne thermische Tren-



nung, Anschlüsse von Fenstern und Dächern, Ringanker bzw. -balken, Deckenstirnseiten, Innenwände des Erdgeschosses, die im unbeheizten Keller fortgeführt werden,

■ für Lüftungswärmeverluste undichte Fenster- und Türanschlüsse, undichte Schrägdächer, insbesondere im Bereich von Anschlüssen an andere Bauteile und um Dachflächenfenster herum, Luken in der obersten Geschosßdecke bzw. Abschlußtüren zum nicht ausgebauten Dachgeschoß, Öffnungen für die Gurtführung von Rolläden, Schornsteinanschlüsse für Kamine (trotz geschlossener Schornsteinklappe).

Während sich geometrische Wärmebrücken durch Gebäudeaußenecken oder Fensterleibungen nicht vermeiden, sondern in ihrem Einfluß nur reduzieren lassen, können konstruktiv bedingte Wärmebrücken fast vollständig unterbunden werden.

Undichtigkeiten und Fugen beeinträchtigen die Qualität der Wärmedämmung ganz erheblich. Wärmeverluste durch Fugenkonvek-

tion können so große Ausmaße annehmen, daß Räumlichkeiten unter starken Windanfall nicht mehr ordnungsgemäß zu beheizen sind. Die immer wieder geäußerten Klagen über Zugerscheinungen in ausgebauten Dachgeschossen sprechen eine deutliche Sprache.

Eine Überprüfung der Gebäudehülle auf mögliche Leckagen ist daher unerläßlich. Gute Erfolge hat man mit dem sogenannten »Blower-door«-Verfahren erzielt. Hierbei wird ein leistungsstarkes Gebläse in eine Außentür eingebaut (Bild 3), mit dessen Hilfe im Gebäudeinneren ein Unterdruck von 50 Pa erzeugt wird, so daß Undichtigkeiten in der Gebäudehülle über die hier einströmende Außenluft nachzuweisen sind.

Absauganlagen in Küchen sowie Entlüftungen von Bädern und Toiletten, die genaugenommen ebenfalls Lecks in der Gebäudehülle sind, erhalten bei Niedrigenergiehäusern eine besondere Bedeutung. Sie werden in das System zur Be- und Entlüftung des Gebäudes integriert.

Forschung + Praxis

Sind Niedrigenergiehäuser Stand der Technik?

■ 4: Lüftungsöffnung im kerngedämmten Mauerwerk (Niedrigenergiehaus Jemgum)



Bedarfsgerechte Be- und Entlüftung

Niedrigenergiehäuser sind so gut wärmegeklämt, daß die Lüftungswärmeverluste bei unregelmäßiger Lüftung bis zu der gesamten Wärmeverluste ausmachen können. Während früher der Luftaustausch über das Öffnen der Fenster und andere Undichtigkeiten geregelt wurde, sind bei Niedrigenergiehäusern technische Hilfsmittel wie eine kontrollierte Be- und Entlüftung integraler Bestandteil der Konzeption. Derzeit werden drei Prinzipien realisiert:

- kontrollierte Lüftung,
- zentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung,
- zentrale Lüftung als Ersatz der Heizung (Luftheizung).

Beim Prinzip der kontrollierten Lüftung wird die verbrauchte, mehr oder weniger feuchte Luft aus Küche, Bad und WC abgesaugt und an die Außenluft abgegeben. Über dezentral angeordnete Zuluftöffnungen in den Außenwänden oder den Fensterrahmen strömt gleichzeitig Frischluft nach. Dieses System der bedarfsgerechten Lüftung ist technisch einfach und relativ kostengünstig zu installieren. In der Abluft enthaltene Wärme geht allerdings ungenutzt verloren (Bild 4).

Eine energetische Optimierung ist möglich durch den Einbau eines Wärmetauschers, welcher der Abluft Wärme entzieht und an die angesaugte Frischluft überträgt. Das Prinzip der zentralen Lüftung mit Wärmerückgewinnung ist technisch relativ aufwendig und mit entsprechend höheren Investitionskosten verbunden. Insofern ist es nur konsequent, den Wärmebedarf durch optimale Wärmedämmung soweit zu reduzieren, daß eine reine Luftheizung möglich wird.

Unabhängig davon ist festzuhalten, daß zumindest ein Teil der Fenster einer Wohnung bzw. eines Hauses nach wie vor zu öffnen sein müssen, um beispielsweise die Glasflächen säubern zu können. Außerdem darf der sogenannte hygienisch notwendige Mindestluftwechsel von 0,5 h⁻¹ nicht unterschritten werden. Mit kleiner werdender Luftwechselrate steigt das Risiko erhöhter Schadstoffkonzentrationen in der Innenraumluft überproportional stark an und stellt eine permanente Gefahr für die Bewohner dar (Bild 5). Dennoch macht es wenig Sinn, die notwendige Mindestlüftung an der Abfuhr von Luftschadstoffen zu orientieren. Der wirksamste Schutz gegen gesundheitliche Risiken ist und bleibt die Vermeidung von Bau- und Ausbaustoffen sowie Einrichtungsgegenständen, die Schadstoffe abgeben.

Heizung und Warmwasserbereitung

Damit sich der Heizenergiebedarf, der durch die Gebäudekonstruktion, die Grundrißkonzeption, die Art, Größe und Anordnung der Fenster sowie die klimatischen Bedingungen definiert wird, auch tatsächlich in einem entsprechend niedrigen Heizenergieverbrauch widerspiegelt, muß die Heizungsanlage in das Gesamtenergiekonzept des Gebäudes eingebunden sein. Hierfür eignen sich Niedertemperaturheizungen jeglicher Art, die heute Stand der Technik sind. Zusätzliche Einspareffekte werden durch den Einbau von Brennwertkesseln erzielt, indem auch die in den Abgasen enthaltene Wärme für die Beheizung des Gebäudes genutzt wird. Die höheren Investitionskosten amortisieren sich durch den größeren Wirkungsgrad der Anlage und die damit verbundene bessere Brennstoffausnutzung.

Ein effizientes System zur Steuerung und Regelung der Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe ist unverzichtbarer Bestandteil eines modernen Heizungssystems. Dazu gehören auf jeden Fall eine zentrale Regeleinheit, Temperaturaußenfühler und Termostattventile-Komponenten, die seit Jahren am Markt eingeführt sind.

Zum Schutz der Umwelt und im Hinblick auf die Notwendigkeit eines sparsamen Umganges mit den fossilen Brennstoffreserven gewinnt die Nutzung alternativer Energiequellen immer mehr an Bedeutung. Obwohl ein wirtschaftlicher Einsatz im Bereich des Woh-

Forschung + Praxis

Sind Niedrigenergiehäuser Stand der Technik?

■ 6: Energetische Modernisierung eines Altbaus (Niedrigenergiehaus Cuxhaven)



nungsbaues, bedingt durch die nach wie vor günstigen Energiepreise, nicht in jedem Fall gegeben ist, wird man sich aus ökologischer Sicht einer verstärkten Nutzung alternativer Energiequellen zukünftig nicht verschließen können. Dies gilt besonders für die Warmwasserbereitung mit Hilfe von Solarenergie.

Bei entsprechender Auslegung der Solaranlage ist es möglich, während der Sommermonate das gesamte Brauchwasser zu erwärmen, so daß der Heizkessel abgeschaltet werden kann. Mit durchaus vertretbarem Aufwand können auf diese Weise ca. 60% des Jahreswärmebedarfs für die Warmwasserbereitung solar gedeckt werden.

Energetische Optimierung

Die bau- und haustechnischen Einflußfaktoren und die klimatischen Randbedingungen müssen bei der Planung von Niedrigenergiehäusern von Anfang an so aufeinander abgestimmt werden, daß das Zusammenwirken aller energierelevanten Faktoren im Vordergrund steht. Hierfür eignen sich in besonderer Weise computerunterstützte Simulationsrechnungen. Im Vergleich zu herkömmlichen Berechnungsmethoden ermöglichen sie die Berücksichtigung einer größeren Anzahl baulicher, heizungs- und nutzungstechnischer Varianten von Anfang an und mit vertretbarem Aufwand. Die Auswirkungen entwerflicher Entscheidungen auf den Energiebedarf bzw. -verbrauch sind unmittelbar abzulesen. Auch Kombinationen verschiedener Maßnahmen lassen sich korrekt beschreiben und bewerten. Schließlich sind, da jede

Variante unter den gleichen Randbedingungen simuliert wird, Relationen und Trends optimal darzustellen.

Fazit

Nach den bisherigen Erfahrungen im Rahmen der in verschiedenen Bundesländern initiierten Niedrigenergiehaus-Förderprogramme ist sicher, daß es keiner außergewöhnlichen Lösungen bedarf, um den Niedrigenergiehaus-Standard zu erreichen. Voraussetzung bei Neubauten ist lediglich die konsequente Anwendung technischer bewährter Prinzipien im bau- und im heizungstechnischen Bereich. Sogar im Bestand, ohne dessen Modernisierung die avisierte CO₂-Reduktion kaum zu erreichen ist, kann eine drastische Senkung des Heizenergiebedarfs durch entsprechende Wärmedämm-Maßnahmen und durch kontrollierte Be- und Entlüftung erfolgen (Bild 6). Dennoch wäre es falsch, hieraus zu folgern, daß High-Tech-Lösungen um jeden Preis anzustreben sind. Nach wie vor gilt, daß die einfachen Lösungen die richtigen Lösungen sind. Oder, um mit Tessenow zu sprechen: »Das Einfache ist nicht immer das Beste, aber das Beste ist immer einfach.«

Literatur

- [1] Niedersächsisches Sozialministerium: Niedrigenergiehäuser, Hannover 1992
- [2] Stadtwerke Hannover: Energiebewußt wohnen – hilft Umwelt schonen, Niedrigenergiehaus, Hannover 1991
- [3] Der Minister für Soziales, Gesundheit und Energie: Niedrig-Energie-Häuser, Die neue Energiepolitik 4, Kiel 1991
- [4] Ministerium für Bauen und Wohnen: Neues Bauen/Neues Wohnen, Lüftung im Wohngebäude, Düsseldorf
- [5] Tessenow, H.: Hausbau und dergleichen, Callwey-Verlag, München 1984 (Faksimile-Auflage von 1916)